

## Kabel berinsulasi karet - Tegangan pengenalan sampai dengan 450/750 V – Bagian 1: Persyaratan umum





## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	ii
1 Umum .....	1
1.1 Ruang lingkup .....	1
1.2 Acuan normatif .....	1
2 Definisi .....	2
2.1 Definisi berkaitan dengan bahan insulasi dan selubung .....	2
2.2 Definisi yang berkaitan dengan pengujian .....	3
3 Penandaan .....	3
3.1 Petunjuk asal dan identifikasi kabel .....	3
3.2 Ketahananlamaan .....	4
3.3 Kemudahanbacaan .....	4
4 Identifikasi inti .....	4
4.1 Persyaratan umum .....	4
4.2 Identifikasi inti dengan angka .....	4
5 Persyaratan umum untuk konstruksi kabel .....	6
5.1 Konduktor .....	6
5.2 Insulasi .....	7
5.3 Pengisi .....	9
5.4 Anyaman tekstil .....	10
5.5 Selubung .....	10
5.6 Pengujian pada kabel utuh .....	13
Lampiran A Kode penandaan .....	17
Lampiran B Metode perhitungan untuk penentuan tebal selubung kabel jenis 245 IEC 53, 57 dan 66 dari IEC 60245-4 .....	19



## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) “Kabel berinsulasi karet-tegangan pengenalan sampai dengan 450/750 Volt, Bagian 1: Persyaratan umum” diadopsi dari standar International Electrotechnical Commission (IEC) 60245-1 (1994-04) “*Rubber insulated cables-rated voltages up to and including 450/750 V, Part 1 : General requirements*”.

SNI ini dirumuskan oleh Panitia Teknik Kabel dan Konduktor Telanjang, SNI ini telah dibahas dalam Konsensus XXII pada tanggal 11 sampai dengan 13 Nopember 2003 di Jakarta untuk mencapai mufakat.

Semoga SNI ini bermanfaat bagi kita, terutama dalam menunjang pembangunan nasional untuk kesejahteraan rakyat.





## Kabel berinsulasi karet-Tegangan pengenalan sampai dengan 450/750 V – Bagian 1: Persyaratan umum

### 1 Umum

#### 1.1 Ruang lingkup

Standar ini berlaku untuk kabel kaku dan fleksibel dengan insulasi, dan selubung jika ada, yang berdasarkan pada karet vulkanisasi; dengan tegangan pengenalan  $U_0/U$  sampai dengan 450/750 V yang digunakan pada instalasi daya dengan tegangan nominal tidak melebihi 450/750 V arus bolak-balik (a.b.).

CATATAN Untuk beberapa jenis kabel fleksibel digunakan istilah kabel senur.

Jenis khusus kabel dispesifikasikan dalam IEC 60245-3, 60245-4 dan seterusnya. Kode penandaan jenis kabel tersebut dijelaskan pada Lampiran A.

Metode uji yang ditentukan pada Bagian 1 sampai dengan Bagian 7 dijelaskan dalam IEC 60245-2, IEC 60332-1 dan dalam Bagian yang relevan dari SNI 04-6190 (IEC 60811).

#### 1.2 Acuan normatif

Dokumen normatif di bawah ini berisi ketentuan yang melalui acuan dalam teks tersebut juga merupakan ketentuan yang berlaku bagi standar ini. Pada saat standar ini dipublikasikan, edisi yang ditunjukkan dari dokumen tersebut masih berlaku. Semua dokumen normatif dapat direvisi dan bagi mereka yang melakukan kesepakatan berdasarkan standar ini, dihimbau untuk menyelidiki kemungkinan penerapan edisi termutakhir dari dokumen normatif yang di tunjukkan di bawah ini. Anggota IEC dan ISO selalu mencatat Standar Internasional edisi termutakhir yang berlaku.

IEC 60173: 1964, *Colours of the cores of flexible cables and cords*

IEC 60228: 1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60245-2: 1994, *Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750V*  
- Part 2: Test Methods

IEC 60245-3: 1994, *Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750V*  
- Part 3: Heat resistant silicone insulated cables

IEC 60245-4: 1994, *Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750V*  
- Part 4: Cords and flexible cables

IEC 60245-5: 1994, *Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750V*  
- Part 5: Lift cables

IEC 60245-7: 1993, *Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750V*



- *Part 7: Heat resistant ethylene-vinyl-acetate rubber insulated cables*

IEC 60332-1: 1993, *Tests on electric cables under fire condition - Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

SNI 04-6190.1.1-2001, Metode uji umum bahan isolasi dan bahan selubung kabel listrik – Bagian 1: Metode untuk penerapan umum – Seksi 1: Pengukuran tebal dan dimensi keseluruhan - Pengujian untuk menentukan sifat mekanis

SNI 04-6190.1.2-2001, Metode uji umum bahan isolasi dan bahan selubung kabel listrik – Bagian 1: Metode untuk penerapan umum – Seksi 2: Metode penuaan termal

SNI 04-6190.1.4-2001, Metode uji umum bahan isolasi dan bahan selubung kabel listrik – Bagian 1: Metode untuk penerapan umum – Seksi 4: Pengujian pada suhu rendah

SNI 04-6190.2.1-1999, Metode umum pengujian bahan isolasi dan selubung pada kabel listrik – Bagian 1: Metode khusus komponen elastomer – Seksi 1: Metode pengujian tekanan ozon, pengujian panas berbeban, pengujian perendaman minyak mineral

SNI 04-6190.3.1-2001, Metode uji umum bahan isolasi dan bahan selubung kabel listrik – Bagian 1: Metode spesifik kompon PVC – Seksi 1: Pengujian tekanan pada suhu tinggi – Pengujian untuk ketahanan terhadap retakan

## **2 Definisi**

Untuk keperluan standar ini berlaku definisi sebagai berikut:

### **2.1 Definisi berkaitan dengan bahan insulasi dan selubung**

#### **2.1.1**

##### **jenis kompon**

kategori yang kompon ditempatkan sesuai dengan sifatnya, seperti ditentukan dengan uji spesifik. Kode penandaan jenis tidak langsung terkait dengan komposisi kompon

#### **2.1.2**

##### **kompon karet**

kombinasi bahan yang secara cocok dipilih, ditakar, dikenai perlakuan dan divulkanisasi, dengan karakteristik unsur pokoknya adalah karet alam dan/atau elastomer sintetis

Vulkanisasi ditentukan sebagai suatu proses setelah perlakuan penerapan yang dilakukan setelah insulasi dan/atau selubung diterapkan, guna menghasilkan penyambungsilangan permanen elastomer.

#### **2.1.3**

##### **kompon polikloropren (PCP) atau elastomer sintetis setara lainnya**

suatu kompon tervulkanisasi yang elastomernya adalah polikloropren atau elastomer sintetis setara lainnya asalkan kompon yang bersifat mirip dengan PCP.

#### **2.1.4**

##### **kompon karet etilen vinil asetat (EVA) atau elastomer sintetis setara lainnya**

suatu kompon tervulkanisasi yang elastomernya adalah etilen vinil asetat atau elastomer sintetis setara lainnya asalkan kompon yang bersifat mirip dengan EVA.



## 2.2 Definisi yang berkaitan dengan pengujian

### 2.2.1

#### uji jenis (simbol T)

pengujian yang disyaratkan untuk dilaksanakan sebelum memasok jenis kabel yang dicakup oleh standar ini, berdasarkan komersial umum guna memeragakan karakteristik kinerja yang memuaskan untuk memenuhi penerapan yang dimaksudkan. Pengujian ini sedemikian alami sehingga setelah dilaksanakan, tidak perlu diulang kecuali dilakukan perubahan pada bahan atau desain kabel yang dapat merubah karakteristik kinerja.

### 2.2.2

#### uji sampel (simbol S)

pengujian dilaksanakan pada sampel kabel utuh, atau pada komponen yang diambil dari kabel utuh, yang memadai untuk memverifikasi bahwa produk akhir memenuhi spesifikasi desain

## 2.3

### tegangan pengenalan

tegangan acuan untuk kabel didesain dan membantu untuk menentukan uji listrik.

Tegangan pengenalan dinyatakan dengan kombinasi dua nilai  $U_0/U$  dalam volt:

$U_0$  nilai efektif antara setiap konduktor berinsulasi dan "bumi" (logam yang menutupi kabel atau medium sekelilingnya);

$U$  nilai efektif antara setiap dua konduktor fase dari kabel multiinti atau dari sistem dengan kabel inti tunggal.

Dalam sistem a.b., tegangan pengenalan kabel harus sekurang-kurangnya sama dengan tegangan nominal sistem yang untuknya kabel tersebut dimaksudkan.

Kondisi tersebut berlaku pada nilai  $U_0$  maupun  $U$ .

Dalam sistem arus searah (a.s.), tegangan nominal sistem tidak boleh lebih tinggi dari 1,5 kali tegangan pengenalan kabel.

**CATATAN** Tegangan operasi sistem dapat secara permanen melebihi tegangan nominal sistem tersebut sebesar 10%.

Suatu kabel dapat digunakan pada tegangan operasi lebih dari 10% tegangan pengenalnya, jika tegangan pengenalan tersebut sekurang-kurangnya sama dengan tegangan nominal sistem.

## 3 Penandaan

### 3.1 Petunjuk asal dan identifikasi kabel

Kabel harus dilengkapi dengan tanda pabrikan, yang merupakan helai/lembar identifikasi atau penandaan berulang dari nama pabrikan atau merek dagang.

Penandaan bisa dalam bentuk cetakan atau reproduksi gambar timbul pada insulasi atau selubung, atau cetakan pada pita pengedap atau pita penanda yang terpisah.

#### 3.1.1 Kontinuitas tanda

Masing-masing tanda yang ditentukan harus dianggap kontinu jika jarak antara ujung tanda dan awal tanda identik berikutnya tidak melebihi:



## **SNI 04-7023.1-2004**

550 mm jika penandaan pada selubung luar kabel

275 mm jika penandaan:

- pada insulasi dari suatu kabel nirselukung (tanpa selubung), atau
- pada insulasi kabel berselukung, atau
- pada pita di dalam kabel berselukung.

### **3.2 Ketahananlamaan**

Penandaan tercetak harus tahan lama. Kesesuaian dengan persyaratan ini harus diperiksa dengan pengujian yang diberikan pada 1.8 dari IEC 60245-2.

### **3.3 Kemudahbacaan**

Semua penandaan harus mudah terbaca.

Warna helai/lembar identifikasi harus mudah dikenali atau mudah untuk membuatnya dikenali, jika diperlukan, dengan membersihkannya dengan minyak atau larutan lain yang sesuai.

## **4 Identifikasi inti**

Masing-masing inti harus diidentifikasi sebagai berikut:

- pada kabel yang mempunyai sampai dengan lima inti, dengan warna, lihat 4.1;
- pada kabel yang mempunyai inti lebih dari lima, dengan warna atau nomor, lihat 4.1 dan 4.2.

CATATAN Skema warna sedang dalam pertimbangan.

### **4.1 Penandaan inti dengan warna**

#### **4.1.1 Persyaratan umum**

Identifikasi inti kabel harus dicapai dengan menggunakan insulasi berwarna atau dengan metoda lain yang sesuai.

Masing-masing inti kabel harus mempunyai hanya satu warna, kecuali inti diidentifikasi dengan kombinasi warna hijau dan kuning.

Warna merah, abu-abu, putih dan jika tidak dalam kombinasi, warna hijau dan kuning, tidak boleh digunakan untuk setiap kabel multiinti.

#### **4.1.2 Skema warna**

Skema warna yang lebih disukai adalah:

kabel inti tunggal : tidak ada skema warna yang lebih disukai;

kabel dua inti : tidak ada skema warna yang lebih disukai;

kabel tiga inti : hijau/kuning, biru muda, cokelat; atau biru muda, hitam, cokelat;



- kabel empat inti : hijau/kuning, biru muda, hitam, coklat;  
atau biru muda, hitam, coklat, hitam atau coklat;
- kabel lima inti : hijau/kuning, biru muda, hitam, coklat, hitam atau coklat;  
atau biru muda, hitam, coklat, hitam atau coklat, hitam atau coklat.
- kabel dengan lebih  
dari lima inti : pada lapisan luar, satu inti hijau/kuning, satu inti biru muda,  
dan  
inti lainnya dengan satu warna sama, namun bukan hijau, kuning,  
biru muda atau coklat; pada lapisan lainnya satu inti coklat, dan inti  
lainnya dengan satu warna sama, namun bukan hijau, kuning, biru  
muda atau coklat;  
atau pada lapisan luar satu inti biru muda, satu inti coklat dan inti  
lainnya dengan satu warna sama, namun bukan hijau, kuning, biru  
muda atau coklat; pada lapisan lainnya satu inti coklat, dan inti  
lainnya dengan satu warna sama namun bukan hijau, kuning, biru  
muda atau coklat.

Warna harus jelas dapat diidentifikasi dan tahan lama. Ketahananlamaan harus diperiksa dengan pengujian yang diberikan pada 1.8 dari IEC 60245-2.

#### 4.1.3 Kombinasi warna hijau/kuning

Pembagian warna untuk inti yang berwarna hijau/kuning harus memenuhi syarat berikut (sesuai dengan IEC 60173): untuk setiap panjang inti 15 mm, salah satu warna tersebut harus mencakup sekurang-kurangnya 30 % dan tidak lebih dari 70% dari permukaan inti, warna lainnya mencakup sisanya.

CATATAN informasi penggunaan warna hijau/kuning dan biru muda.

Sudah dipahami bahwa warna hijau dan kuning jika dikombinasi seperti ditentukan di atas dikenal khusus sebagai sarana identifikasi inti yang dimaksudkan untuk digunakan sebagai hubungan ke bumi atau proteksi sejenisnya, dan bahwa warna biru muda dimaksudkan untuk identifikasi inti yang dimaksudkan untuk dihubungkan ke netral. Namun jika tidak ada netral, biru muda dapat digunakan untuk identifikasi setiap inti kecuali pembumian atau konduktor proteksi.

## 4.2 Identifikasi inti dengan angka

### 4.2.1 Persyaratan umum

Insulasi inti harus dengan warna yang sama dan dinomori secara berurutan, kecuali untuk inti berwarna hijau/kuning, jika salah satu tercakup.

Inti warna hijau/kuning, jika ada, harus memenuhi persyaratan 4.1.3 dan harus berada pada lapisan luar.

Penomoran harus diawali dengan angka 1 pada lapisan dalam.

Angka harus dicetak dalam angka pada permukaan luar inti. Semua angka harus dari warna yang sama, yang harus kontras dengan warna insulasi.  
Angka harus dapat terbaca.



#### **4.2.2 Susunan penandaan inti**

Angka harus diulang pada interval yang teratur sepanjang inti, angka yang berurutan harus dibalik berkaitan satu sama lain.

Jika angka adalah angka tunggal, suatu garis pendek harus ditempatkan di bawahnya. Jika angka terdiri dari dua angka, maka angka kedua harus di bawah angka pertama dan garis pendek ditempatkan di bawah angka terbawah. Spasi  $d$  antara angka yang berurutan tidak boleh melebihi 50 mm.

Susunan penandaan tersebut diperlihatkan pada gambar dibawah ini:

#### **4.2.3 Ketahananlamaan**

Angka tercetak harus tahan lama. Kesesuaian dengan persyaratan ini harus diperiksa dengan pengujian yang diberikan pada 1.8 dari IEC 60245-2.

### **5 Persyaratan umum untuk konstruksi kabel**

#### **5.1 Konduktor**

##### **5.1.1 Bahan**

Konduktor harus terdiri dari tembaga anil. Kecuali ditentukan lain dalam spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya), kawat dari konduktor dapat polos atau dilapis timah. Kawat lapis timah harus dilapisi dengan suatu lapisan timah secara efektif.

##### **5.1.2 Konstruksi**

Diameter maksimum kawat konduktor harus sesuai dengan IEC 60228, kecuali ditentukan lain dalam spesifikasi kabel khusus.

Kelas konduktor yang relevan dengan berbagai jenis kabel diberikan dalam spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya)

##### **5.1.3 Pemisah antara konduktor dan insulasi**

Suatu pita pemisah opsional yang terbuat dari bahan yang sesuai dapat ditempatkan di antara konduktor polos atau lapis timah, dan insulasi. Setelah penuaan seperti ditentukan dalam Tabel 1, konduktor tembaga polos bersama-sama dengan atau tanpa pemisah dan diinsulasi dengan kompon jenis IE 1 tidak boleh menunjukkan adanya pemburukan.

##### **5.1.4 Pemeriksaan konstruksi**

Kesesuaian dengan persyaratan 5.1.1 dan 5.1.2, termasuk persyaratan IEC 60228, harus diperiksa dengan inspeksi dan pengukuran.



### 5.1.5 Resistans listrik

Resistans masing-masing konduktor pada 20 °C harus sesuai dengan persyaratan IEC 60228 untuk kelas konduktor tertentu, kecuali ditentukan lain dalam spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya).

Kesesuaian harus diperiksa dengan pengujian yang diberikan pada 2.1 dari IEC 60245-2.

## 5.2 Insulasi

### 5.2.1 Bahan

Insulasi harus dari kompon karet tervulkanisasi dari jenis yang ditentukan untuk masing-masing jenis kabel dalam spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya).

Jenis IE 1 dalam hal kabel berinsulasi kompon karet biasa.

Jenis IE 2 dalam hal kabel berinsulasi kompon karet silikon.

Jenis IE 3 dalam hal kabel berinsulasi kompon karet yang berdasarkan pada etilen vinil asetat atau bahan setara.

Persyaratan uji untuk kompon tersebut ditentukan dalam Tabel 1.

Suhu operasi maksimum untuk kabel berinsulasi dengan setiap jenis kompon di atas dan dicakup oleh spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya) diberikan pada standar tersebut.

### 5.2.2 Penerapan pada konduktor

Insulasi harus cocok diterapkan pada konduktor atau pemisah. Dalam spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya) untuk masing-masing jenis kabel telah dinyatakan apakah insulasi harus diterapkan pada lapisan tunggal atau pada sejumlah lapisan, dan apakah harus atau tidak boleh ditutup dengan pita pengedap. Harus dimungkinkan untuk melepas insulasi tanpa kerusakan pada insulasi itu sendiri, pada konduktor, atau pada lapisan timah atau lapisan logam, jika ada. Kesesuaian harus diperiksa dengan inspeksi dan dengan pengujian manual.

### 5.2.3 Ketebalan

Nilai rata-rata tebal insulasi tidak boleh lebih kecil dari nilai yang ditentukan untuk masing-masing jenis dan ukuran kabel yang diperlihatkan dalam Tabel spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya).

Namun, tebal pada setiap tempat dapat lebih kecil dari nilai yang ditentukan, asalkan perbedaan tidak melebihi 0,1 mm + 10% dari nilai yang ditentukan. Kesesuaian harus diperiksa dengan pengujian yang diberikan pada 1.9 dari IEC 60245-2.



#### **5.2.4 Sifat mekanis sebelum dan setelah penuaan**

Insulasi harus mempunyai kuat mekanis dan elastis yang memadai dalam batas suhu yang dapat mengenainya dalam penggunaan normal.

Kesesuaian harus diperiksa dengan melakukan pengujian yang ditentukan dalam Tabel 1. Untuk inti berinsulasi kompon jenis IE 1, penuaan harus dilakukan dengan konduktor dan pemisah di tempat, jika ada.

Metode uji yang dapat diterapkan dan hasil yang diperoleh ditentukan dalam Tabel 1.





Tabel 1 Persyaratan uji nonlistrik untuk insulasi karet tervulkanisasi

1	2	3	4	5	6	7
Acuan Nomor	Pengujian	Satuan	Jenis komponen			Metode Uji diuraikan dalam
			IE 1	IE 2	IE 3	IEC Sub-ayat
<b>1</b>	<b>Kuat tarik dan pemuluran saat putus</b>					60811-1-1 9.1
<b>1.1</b>	<b>Sifat pada keadaan saat disampaikan</b>					
1.1.1	Nilai yang harus diperoleh untuk kuat tarik: - median, minimum	N/mm <sup>2</sup>	5,0	5,0	6,5	
1.1.2	Nilai yang harus diperoleh untuk pemuluran saat putus: - median, minimum	%	250	150	200	
<b>1.2</b>	<b>Sifat setelah penuaan dalam oven udara</b>					Untuk IE 1: 60245-2 ayat 4  Untuk IE 2 dan IE 3: 60811-1-1 9.1 dan 60811-1-2 8.1
1.2.1	Kondisi penuaan: - suhu - durasi perlakuan	°C jam	80 ± 2 7 x 24	200 ± 2 10 x 24	150 ± 2 7 x 24	
1.2.2	Nilai yang harus diperoleh untuk kuat tarik: - median, minimum - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	N/mm <sup>2</sup> %	4,2 ± 25	4,0 -	- ± 30	
1.2.3	Nilai yang harus diperoleh untuk pemuluran saat putus: - median, min - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	N/mm <sup>2</sup> %	250 ± 25	120 -	- ± 30	
<b>1.3</b>	<b>Sifat setelah penuaan dalam tabung oksigen</b>					60245-2 ayat 4
1.3.1	Kondisi penuaan - suhu - durasi penuaan	°C jam	70 ± 1 4 x 24	- -	- -	
1.3.2	Nilai yang harus diperoleh untuk kuat tarik: - median, min - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	N/mm <sup>2</sup> %	4,2 ± 25			
1.3.3	Nilai yang harus diperoleh untuk pemuluran saat putus: - median, minimum - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	N/mm <sup>2</sup> %	250 ± 25	- -	- -	
<b>1.4</b>	<b>Sifat setelah penuaan dalam tabung udara</b>					60811-1-2 8.2
1.4.1	Kondisi penuaan: - suhu - durasi perlakuan	°C jam	- -	- -	150 ± 3 7 x 24	
1.4.2	Nilai yang harus diperoleh untuk kuat tarik: - median, minimum	N/mm <sup>2</sup>	-	-	6,0	
1.4.3	Nilai yang harus diperoleh untuk pemuluran saat putus: - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	%	-	-	- 30 <sup>2)</sup>	



Tabel 1 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	7
Acuan Nomor	Pengujian	Satuan	Jenis komponen			Metode Uji diuraikan dalam
			IE 1	IE 2	IE 3	IEC Sub-ayat
<b>2</b>	<b>Uji set panas</b>					60811-2-1 ayat 9
2.1	Kondisi uji: - suhu - waktu pembebanan - stres mekanis	°C menit N/mm <sup>2</sup>	200 ± 3 15 0,20	200 ± 3 15 0,20	200 ± 3 15 0,20	
2.2	Nilai yang harus diperoleh: - pemuluran saat pembebanan, maksimum - pemuluran setelah pendinginan, maksimum	% %	175 25	175 25	100 25	
<b>3</b>	<b>Uji tekan pada suhu tinggi</b>				Lihat IEC 60811-3-1	60811-3-1 8.1
3.1	Kondisi uji: - gaya yang digunakan oleh pisau - durasi pemanasan saat pembebanan - suhu	°C	- -	- -	8.1.4 8.1.5 150 ± 2	
3.2	Hasil yang harus diperoleh: - median dalamnya penetrasi, maksimum	%	-	-	50	
<sup>1)</sup> Variasi: Perbedaan antara nilai median setelah penuaan dan nilai median tanpa penuaan, dinyatakan dalam persentase nilai median tanpa penuaan. <sup>2)</sup> Untuk toleransi positif tanpa batas.						

### 5.3 Pengisi

#### 5.3.1 Bahan

Kecuali ditentukan lain dalam spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya), pengisi harus terdiri dari salah satu dari atau dari setiap kombinasi berikut:

- kompon berdasarkan pada karet tervulkanisasi atau nirtervulkanisasi, atau
- tekstil alami atau tekstil sintetis, atau
- kertas

Tidak boleh terjadi interaksi yang berbahaya antara unsur pokok pengisi dengan insulasi dan/atau selubung.

#### 5.3.2 Penerapan

Untuk masing-masing jenis kabel, spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya) menentukan apakah kabel mencakup pengisi atau apakah selubung dapat merasuk antara inti sehingga membentuk pengisi (lihat pasal 5.5.2). Pengisi harus mengisi ruang antara inti sehingga membentuk rakitan hampir bulat. Pengisi harus dapat dilepas tanpa merusak inti. Rakitan inti dan pengisi dapat ditahan bersama dengan film atau pita.



## 5.4 Anyaman tekstil

### 5.4.1 Bahan

Benang yang membentuk anyaman tekstil harus dari bahan yang disyaratkan untuk masing-masing jenis kabel dengan spesifikasi khusus ( IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya). Bila anyaman tekstil ditentukan dalam spesifikasi khusus, benang dapat berdasarkan pada bahan alami (katun, katun diolah, sutera) atau pada bahan sintetis (rayon, poliamid, dan seterusnya) atau yang lain mungkin filamen yang terbuat dari bahan serat kaca atau setara.

### 5.4.2 Penerapan

Anyaman harus mempunyai tekstur yang seragam, tanpa simpul atau celah. Anyaman yang terbuat dari filamen serat kaca harus diolah dengan zat yang sesuai guna mencegah penjumbaran (*fraying*).

## 5.5 Selubung

### 5.5.1 Bahan

Selubung harus dari kompon karet tervulkanisasi dari jenis yang ditentukan untuk masing-masing jenis kabel dalam spesifikasi khusus ( IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya).

Jenis SE 3 dalam hal kabel berselubung kompon karet.

Jenis SE 4 dalam hal kabel berselubung kompon polikloropren atau elastomer sintetis setara lainnya.

Persyaratan uji untuk kompon tersebut ditentukan dalam Table 2.

### 5.5.2 Penerapan

Selubung proteksi harus terdiri dari lapisan tunggal atau dua lapisan (lapisan dalam atau selubung dan lapisan luar atau selubung) seperti ditentukan untuk masing-masing jenis kabel dalam spesifikasi khusus ( IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya).

#### 5.5.2.1 Selubung pada lapisan tunggal

Selubung harus diterapkan pada lapisan tunggal:

- pada inti, pada kabel inti tunggal;
- pada rakitan inti dan setiap pengisi, pada kabel multi inti.

Dalam kabel multiinti, selubung harus dapat dilepas tanpa merusak inti.

Pita atau film dapat diterapkan di bawah selubung.

Dalam hal tertentu, ditunjukkan dalam spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya), selubung dapat merasuk ke dalam ruang antara inti, jadi membentuk pengisi (lihat 5.3.2).



Tabel 2 Persyaratan uji nonlistrik untuk selubung karet tervulkanisasi

1	2	3	4	5	6	
Acuan Nomor	Pengujian	Satuan	Jenis kompon		Metode uji diuraikan dalam	
			SE 3	SE 4	IEC	Subayat
<b>1</b>	<b>Kuat tarik dan pemuluran saat putus</b>				60811-1-1	9.2
<b>1.1</b>	<b>Sifat pada keadaan saat disampaikan</b>					
1.1.1	Nilai yang harus diperoleh untuk kuat tarik: - median, minimum	N/mm <sup>2</sup>	7,0	10,0		
1.1.2	Nilai yang harus diperoleh untuk pemuluran saat putus - median, minimum	%	300	300		
<b>1.2</b>	<b>Sifat setelah penuaan dalam oven udara</b>				60811-1-2	8.1.3.1
1.2.1	Kondisi penuaan: - suhu - durasi perlakuan	°C jam	70 ± 2 10 x 24	70 ± 2 10 x 24		
1.2.2	Nilai yang harus diperoleh untuk kuat tarik: - median, minimum - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	N/mm <sup>2</sup> %	- ± 20	- - 15 <sup>2)</sup>		
1.2.3	Nilai yang harus diperoleh untuk pemuluran saat putus - median, minimum - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	% %	250 ± 20	250 - 25 <sup>2)</sup>		
<b>1.3</b>	<b>Sifat mekanis setelah perendaman dalam minyak mineral</b>				60811-2-1	Ayat 10
1.3.1	Kondisi uji: - suhu minyak - durasi perendaman dalam minyak	°C jam	- -	100 ± 2 24		
1.3.2	Nilai yang harus diperoleh untuk kuat tarik: - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	%	-	± 40		
1.3.3	Nilai yang harus diperoleh untuk pemuluran saat putus - variasi <sup>1)</sup> , maksimum	%	-	± 40		
<b>2</b>	<b>Uji set panas</b>				60811-2-1	Ayat 9
2.1	Kondisi uji: - suhu - waktu pembebanan - stres mekanis	°C menit N/mm <sup>2</sup>	200 ± 3 15 0,20	200 ± 3 15 0,20		
2.2	Nilai yang harus diperoleh: - pemuluran saat pembebanan, maksimum - pemuluran setelah pendinginan, maksimum	% %	175 25	175 25		
<b>3</b>	<b>Uji tekuk pada suhu rendah</b>				60811-1-4	8.2
3.1	Kondisi uji: - suhu - periode penerapan suhu rendah	°C	- -	- 35 ± 2 Lihat IEC 811-1-4 8.2.3		
3.2	Hasil yang harus diperoleh		-	Tidak ada retak		



Tabel 2 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6	
Acuan Nomor	Pengujian	Satuan	Jenis kompon		Metode uji diuraikan dalam	
			SE 3	SE 4	IEC	Subayat
<b>4</b>	<b>Uji pemuluran pada suhu rendah</b>				60811-1-4	8.4
4.1	Kondisi uji : - suhu - periode penerapan suhu rendah	°C	- -	-35 ± 2 Lihat IEC 811-1-4 8.4.4		
4.2	Hasil yang harus diperoleh - pemuluran tanpa putus, minimum	%	-	30		
<sup>1)</sup> Variasi: Perbedaan antara nilai median setelah penuaan dan nilai median tanpa penuaan, dinyatakan dalam persentase nilai median tanpa penuaan. <sup>2)</sup> Untuk toleransi positif tanpa batas.						

### 5.5.2.2 Selubung dalam dua lapis

#### Lapisan dalam

Selubung dalam harus diterapkan seperti ditentukan dalam 5.5.2.1. Pita pengedap atau setara dapat diterapkan di atas lapisan dalam.

Tebal pita atau pemisah, jika ada dapat termasuk, untuk nilai tidak melebihi 0,5 mm pada pengukuran tebal selubung dalam, asalkan melekat pada selubung dalam.

#### Lapisan luar

Lapisan atau selubung luar harus diterapkan di atas selubung dalam atau di atas pita. Lapisan luar dapat diikat atau tidak diikat pada lapisan dalam atau pada pita.

Jika lapisan luar diikat pada lapisan dalam, maka harus dapat terlihat perbedaannya dengan lapisan dalam; jika tidak diikat, maka harus mudah dapat dipisahkan dari lapisan dalam.

### 5.5.3 Tebal

Nilai rata-rata tebal selubung tidak boleh kurang dari nilai yang ditentukan untuk masing-masing jenis dan ukuran kabel yang diperlihatkan dalam Tabel spesifikasi khusus ( IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya).

Namun tebal pada setiap tempat dapat kurang dari nilai yang ditentukan, asalkan perbedaan tidak melebihi 0,1 mm + 15% dari nilai yang ditentukan, kecuali ditentukan lain.

Kesesuaian harus diperiksa dengan pengujian yang diberikan dalam 1.10 pada IEC 60245-2.

CATATAN Dalam Lampiran B dijelaskan suatu metode perhitungan untuk penentuan tebal selubung kabel jenis 245 IEC 53, 57 dan 66 dari IEC 60245-4.



#### **5.5.4 Sifat mekanis sebelum dan setelah penuaan**

Selubung harus mempunyai kuat mekanis dan keelastisan yang memadai di dalam batas suhu yang dapat mengenainya pada penggunaan normal.

Kesesuaian harus diperiksa dengan melakukan pengujian yang ditentukan dalam Tabel 2.

Nilai uji yang dapat diterapkan dan hasil yang harus diperoleh ditentukan dalam Tabel 2.

#### **5.6 Pengujian pada kabel utuh**

##### **5.6.1 Sifat listrik**

Kabel harus mempunyai kuat dielektrik dan resistans insulasi yang memadai.

Kesesuaian harus diperiksa dengan melakukan pengujian yang ditentukan dalam Tabel 3.

Metode dan hasil yang harus diperoleh ditentukan dalam Tabel 3.

##### **5.6.2 Dimensi total**

Dimensi total rata-rata kabel harus di dalam batas yang ditentukan dalam Tabel pada spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya).

Perbedaan antara setiap dua nilai diameter total kabel bulat berselubung pada penampang yang sama (keovalan) tidak boleh melebihi 15% dari batas atas yang ditentukan untuk diameter total rata-rata.

Kesesuaian harus diperiksa dengan pengujian yang diberikan dalam 1.11 pada IEC 60245-2.

##### **5.6.3 Kuat mekanis kabel fleksibel**

Kabel fleksibel harus mampu tahan terhadap penekukan dan stres mekanis lainnya yang terjadi pada penggunaan normal.



Tabel 3 Persyaratan uji listrik untuk kabel berinsulasi karet tervulkanisasi

1	2	3	4	5	6	7	
Acuan Nomor	Pengujian	Satuan	Tegangan pengenalan kabel			Metode uji diuraikan dalam	
			300/300V	300/500V	450/750V	IEC	Pasal
1	Pengukuran resistans konduktor					60245-2	2.1
1.1	Nilai yang harus diperoleh maksimum		Lihat IEC 60228 dan spesifikasi khusus IEC 60245-3, IEC 60245-4 dan seterusnya				
2	Uji tegangan pada kabel utuh					60245-2	2.2
2.1	Kondisi uji: - panjang minimum sampel - periode minimum perendaman dalam air - suhu air	m  jam °C	10  1 20 ± 5	10  1 20 ± 5	10  1 20 ± 5		
2.2	Tegangan yang diterapkan (a.b.)	V	2000	2000	2500		
2.3	Durasi masing-masing penerapan tegangan, minimum	menit	5	5	5		
2.4	Hasil yang harus diperoleh		Tidak terjadi tembus				
3	Uji tegangan pada inti					60245-2	2.3
3.1	Kondisi uji -panjang sampel -periode minimum perendaman dalam air -suhu air	m  jam °C	5  1 20 ± 5	5  1 20 ± 5	5  1 20 ± 5		
3.2	Tegangan yang diterapkan (a.b.) sesuai tebal insulasi yang ditentukan: - sampai dengan 0,6 mm - lebih dari 0,6 mm	V V	1500 2000	1500 2000	- 2500		
3.3	Durasi masing-masing penerapan tegangan, minimum	menit	5	5	5		
3.4	Hasil yang harus diperoleh		Tidak terjadi tembus				
4	Pengukuran resistans insulasi pada suhu di atas 90 °C <sup>1)</sup>					60245-2	2.4
4.1	Kondisi uji -suhu uji	°C	-	110			
4.2	Hasil yang harus diperoleh		-	IEC 60245-7 Tabel 1 dan 3			
<sup>1)</sup> Hanya dapat diterapkan untuk kabel berinsulasi karet etilen vinilasetat yang dijelaskan dalam IEC 6-245-7.							

Jika ditentukan dalam spesifikasi khusus (IEC 60245-3, IEC 60245-4, dan seterusnya), kesesuaian harus diperiksa dengan pengujian yang diberikan dalam ayat 3 dari IEC 60245-2.



### 5.6.3.1 Uji kelenturan untuk kabel fleksibel

Lihat 3.1 dari IEC 60245-2.

Kabel fleksibel yang mempunyai konduktor dengan luas penampang nominal lebih dari 4 mm<sup>2</sup> dan semua kabel inti tunggal tidak dikenai pengujian ini.

Selama pengujian dengan gerakan maju-mundur masing-masing sebanyak 15000, yaitu 30000 sentakan tunggal, tidak boleh terjadi pemutusan arus maupun hubung pendek antar konduktor.

Setelah pengujian, selubung dari kabel dengan inti tiga atau lebih, jika ada, harus dilepas.

Kabel atau inti kemudian harus tahan terhadap uji tegangan yang dilakukan sesuai 2.2 atau 2.3 dari IEC 60245-2, yang mana yang sesuai, tetapi dengan tegangan uji tidak melebihi 2000 V.

### 5.6.3.2 Uji kemampufleksibelan statik

Lihat 3.2 dari IEC 60245-2.

Nilai rata-rata dari dua nilai  $l'$  (lihat Gambar 2 dari IEC 60245-2) tidak boleh melebihi nilai yang ditentukan dalam Tabel 4 untuk kabel elektrode las listrik dan dalam Tabel 5 untuk kabel lift.

**Tabel 4 Persyaratan uji kemampufleksibelan statik untuk kabel elektrode las listrik**

Luas penampang nominal, mm <sup>2</sup>	Jarak maksimum $l'$ cm
16	45
25	45
35	50
50	50
70	55
95	60

**Tabel 5 Persyaratan uji kemampufleksibelan statis untuk kabel lift**

Jenis kabel	Jumlah inti	Jarak maksimum $l'$ cm
Kabel lift beranyam	Sampai dengan 12	70
	16 dan 18	90
	Lebih dari 18	125
Kabel lift berselubung karet tervulkanisasi dan polikloropren atau elastomer sintetis yang setara	Sampai dengan 12	115
	16 dan 18	125
	Lebih dari 18	150



**5.6.3.3 Uji ketahanan pemakaian**

Lihat 3.3 dari IEC 60245-2

Setelah 20000 kali sentakan tunggal, insulasi dari sampel yang tetap, tidak boleh kelihatan dengan panjang total lebih dari 10 mm.

Setelah pengujian ini, sampel yang tetap harus tahan terhadap uji tegangan sesuai 2.2 dari IEC 60245-2.

**5.6.3.4 Kuat tarik dari bagian pusat kabel *lift***

Lihat 3.4 dari IEC 60245-2.

Bagian pusat atau pusat bantalan regang tidak boleh putus selama pengujian.

**5.6.3.5 Uji tahan nyala untuk kabel *lift***

Lihat ayat 5 dari IEC 60245-2

Kabel harus memenuhi persyaratan IEC 60332-1 dan sebagai tambahan, tidak boleh terjadi hubung pendek antar inti selama pengujian.

**5.6.3.6 Uji ketahanan bahang dari anyaman tekstil**

Lihat ayat 6 dari IEC 60245-2

Pengujian dianggap berhasil jika anyaman atau setiap komponen anyaman tidak menunjukkan leleh atau gosong.



**Lampiran A**  
(normatif)  
**Kode penandaan**

Kabel dari jenis yang tercakup dalam standar ini ditandai dengan dua angka, didahului oleh nomor acuan standar ini.

Angka pertama menunjukkan kelas dasar kabel; angka kedua menunjukkan jenis khusus yang masuk dalam kelas dasar.

Kelas dan jenis adalah sebagai berikut :

0 Kabel nirselubung untuk pengkawatan magun.

- 03 Kabel berinsulasi silikon tahan panas untuk suhu konduktor maksimum 180 °C (60245 IEC 03)
- 04 Kabel 750 V nirselubung inti tunggal berinsulasi karet etilen vinil asetat tahan panas, dengan konduktor kaku untuk suhu konduktor maksimum 110 °C (60245 IEC 04).
- 05 Kabel 750 V nirselubung inti tunggal berinsulasi karet etilen vinil asetat tahan panas, dengan konduktor fleksibel untuk suhu konduktor maksimum 110 °C (60245 IEC 05).
- 06 Kabel 500 V nirselubung inti tunggal berinsulasi karet etilen vinil asetat atau elastomer sintetis setara lainnya tahan panas, dengan konduktor kaku untuk suhu konduktor maksimum 110 °C ( 60245 IEC 06).
- 07 Kabel 500 V nirselubung inti tunggal berinsulasi karet etilen vinil asetat atau elastomer sintetis setara lainnya tahan panas, dengan konduktor fleksibel untuk suhu konduktor maksimum 110 °C ( 60245 IEC 07)

5 Kabel fleksibel untuk tugas normal.

- 51 Kabel senur beranyam (60245 IEC 51)
- 53 Kabel senur berselubung karet keras biasa (60245 IEC 53)
- 57 Kabel senur berselubung polikloropren biasa atau elastomer sintetis setara lainnya (60245 IEC 57)
- 58 Kabel berselubung polikloropren atau elastomer sintetis yang setara untuk rangkaian dekorasi (245 IEC 58 untuk kabel bulat), (60245 IEC 58f untuk kabel pipih).

6 Kabel fleksibel untuk tugas berat.

- 66 Kabel fleksibel berselubung polikloropren tugas berat atau elastomer sintetis setara lainnya (60245 IEC 66).

7 Kabel fleksibel untuk tugas khusus.

- 70 Kabel lift beranyam (60245 IEC 70).
- 74 Kabel lift berselubung karet keras (60245 IEC 74)
- 75 Kabel lift berselubung polikloropren atau elastomer sintetis setara lainnya (60245 IEC 75)



8 Kabel fleksibel untuk penerapan khusus.

- 81 Kabel elektrode las listrik berselubung karet keras (60245 IEC 81).
- 82 Kabel elektrode las listrik berselubung polikloropren atau elastomer sintetis setara lainnya (60246 IEC 82).
- 86 Kabel senur berselubung dan berinsulasi karet untuk penerapan yang mensyaratkan kemampufleksibelan tinggi (60245 IEC 86)
- 87 Kabel senur berinsulasi karet dan berselubung PVC ikat silang (XLPVC) untuk penerapan yang mensyaratkan kemampufleksibelan tinggi (60245 IEC 87)
- 88 Kabel senur berinsulasi dan berselubung PVC ikat silang (XLPVC) untuk penerapan yang mensyaratkan kemampufleksibelan tinggi (60245 IEC 88)





**Lampiran B**  
(normatif)

**Metode perhitungan untuk penentuan tebal selubung kabel  
jenis 245 IEC 53, 57 dan 66 dari IEC 60245-4**

**B.1 Umum**

Metode perhitungan tebal selubung dapat diterapkan untuk jenis kabel IEC 60245-4 yang mempunyai inti dua, tiga, empat atau lima berikut ini:

- 245 IEC 53 : Kabel senur berselubung karet keras biasa.
- 245 IEC 57 : Kabel senur berselubung polikloropren biasa atau elastomer sintetis setara lainnya.
- 245 IEC 66 : Kabel fleksibel berselubung polikloropren berat atau elastomer sintetis setara lainnya.

CATATAN Metode perhitungan ini tidak pernah digunakan untuk menghitung tebal selubung yang terdapat dalam IEC 60245-4. Metode ini hanya akan digunakan dalam hal kemungkinan pengembangan jenis terkait.

**B.2 Rumus untuk perhitungan**

Rumus berikut harus digunakan :

- a) untuk jenis 245 IEC 53 dan 57:

$$t_s = 0,085 D_f + 0,45$$

- b) untuk jenis 245 IEC 66 dengan konduktor yang mempunyai luas penampang sampai dengan 6 mm<sup>2</sup> :

$$t_s = 0,13 D_f + 0,74$$

- c) untuk jenis 245 IEC 66 dengan konduktor yang mempunyai luas penampang lebih dari 6 mm<sup>2</sup> :

$$t_s = 0,11 D_f + 1,80$$

dengan :

$t_s$  tebal selubung, dalam mm;

$D_f$  diameter khayal yang melingkupi inti pilin, dalam mm.

Diameter khayal ( $D_f$ ) harus dihitung dengan rumus berikut ini:

$$D_f = k (d_L + 2 t_i)$$



dengan:

$d_L$  = diameter khayal konduktor, dalam mm;  
 $t_i$  = tebal insulasi yang ditentukan, dalam mm;  
 $k$  = koefisien rakitan.

Diameter khayal ( $d_L$ ) konduktor (diameter konduktor pejal) diberikan untuk masing-masing luas penampang nominal konduktor dalam Tabel berikut ini:

Luas penampang nominal konduktor mm <sup>2</sup>	Diameter khayal konduktor ( $d_L$ ) mm	Luas penampang nominal konduktor mm <sup>2</sup>	Diameter khayal konduktor ( $d_L$ ) mm
0,75	1,0	35	6,7
1	1,1	50	8,0
1,5	1,4	70	9,4
2,5	1,8	95	11,0
4	2,3	120	12,4
6	2,8	150	13,8
10	3,6	185	15,3
16	4,5	240	17,5
25	5,6	300	19,6
		400	22,6

Koefisien rakitan  $k$  berikut untuk kabel yang mempunyai tidak lebih dari lima inti:

Jumlah inti	2	3	4	5
$k$	2,00	2,16	2,42	2,70

### B.3 Pembulatan bilangan perhitungan tebal selubung

Diameter khayal  $D_f$  dan nilai tebal selubung  $t_s$  harus dibulatkan ke dalam satu desimal dengan cara berikut:

Bilangan dalam desimal pertama tidak berubah jika bilangan desimal kedua sebelum pembulatan kurang dari 5; bilangan dalam desimal pertama ditambah satu jika bilangan pada desimal kedua sebelum pembulatan adalah 5 atau lebih.













**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.or.id](mailto:bsn@bsn.or.id)